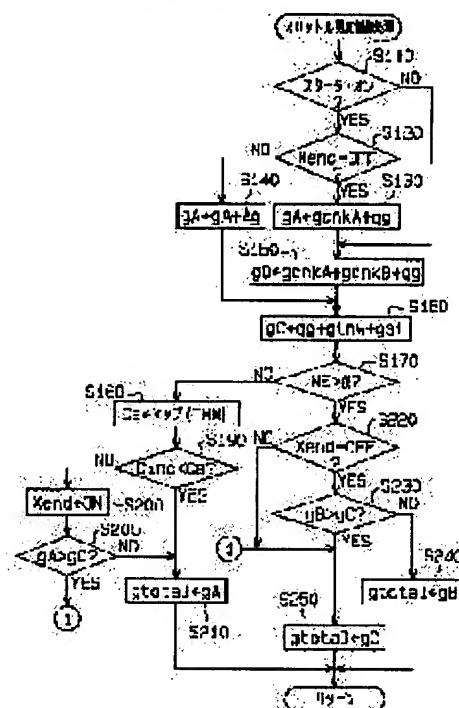


(11)Publication number : 2002-130012  
(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(21)Application number : 2000-317615 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
(22)Date of filing : 18.10.2000 (72)Inventor : HOSOKAWA OSAMU  
TAKAGI NOBORU

**SOLUTION:** Atomization of fuel inside the combustion is satisfactorily performed by reducing air intake volume in the engine start compared with air intake volume in the finish of the start, by processings in steps S130, S170, S210. Increase of the air intake volume is executed (S140, S210) when the atomization is improved by this manner and when the engine is not brought into the finish of the start even after a reference time Cs passes counted from start of a starting operation ('NO' in S190). A large quantity of air is thereby made to flow into the combustion chamber to evaporate liquid fuel deposited on an ignition plug in an early stage, even when the ignition plug gets wet by the fuel under a low air quantity condition for a long period. Ignition combustion is thereby carried out stably to complete the starting because an engine speed NE goes up stably.



[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which adjusts the inhalation air content in the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which is characterized by providing the following, and which injects fuel to a combustion chamber. It is an inhalation air-content reduction means at the time of starting which reduces the inhalation air content at the time of starting of an internal combustion engine rather than the inhalation air content after the completion of starting. It is an inhalation air-content increase means at the time of starting which performs increase of an inhalation air content instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means at the time of the aforementioned starting when an internal combustion engine does not serve as the completion of starting, even if it carries out conventional-time progress from a starting operation start.

[Claim 2] It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by facing an inhalation air-content increase means increase of the aforementioned inhalation air content in composition according to claim 1 at the time of the aforementioned starting, and increasing an inhalation air content to the inhalation air content after the completion of starting.

[Claim 3] It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by an inhalation air-content increase means increasing an inhalation air content gradually on the occasion of increase of the aforementioned inhalation air content in composition according to claim 2 at the time of the aforementioned starting.

[Claim 4] It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by increasing an inhalation air content to the inhalation air content after the completion of starting immediately when the inhalation air-content increase means is increasing the aforementioned inhalation air content gradually in composition according to claim 3 at the time of the aforementioned starting and an internal combustion engine carries out the completion of starting.

[Claim 5] Claims 1-4 are the inhalation air-content control units of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by setting up the aforementioned conventional time in the composition of a publication according to internal combustion engine temperature either.

[Claim 6] The aforementioned conventional time is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by for internal combustion engine temperature responding for becoming high in composition according to claim 5, and setting it up short.

[Claim 7] It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine carry out performing increase of an inhalation air content at the time of the aforementioned starting instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means as the feature when an internal combustion engine does not become with the completion of starting, even if internal combustion engine rotation of this criteria revolution counter is performed from a starting operation start by an inhalation air-content increase means using a criteria revolution counter instead of the aforementioned conventional time in the composition of a publication at the time of the aforementioned starting either in claims 1-4

[Claim 8] It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by setting up the aforementioned criteria revolution counter in composition according to claim 7 according to internal combustion engine temperature.

[Claim 9] The aforementioned criteria revolution counter is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by for internal combustion engine temperature responding for becoming high in composition according to claim 8, and setting it up few.

[Claim 10] Claims 1-9 are the inhalation air-content control units of the cylinder-injection-of-fuel formula internal

combustion engine characterized by setting up the grade which reduces the inhalation air-content reduction means inhalation [ set in the composition of a publication and ]-time of the aforementioned starting-air content at the time of starting of an internal combustion engine rather than the inhalation air content after the completion of starting according to internal combustion engine temperature either.

[Claim 11] Claims 1-10 are the inhalation air-content control units of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by an inhalation air-content reduction means not performing the aforementioned inhalation air-content reduction in the composition of a publication at the time of elevated-temperature starting at the time of the aforementioned starting either.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which adjusts the inhalation air content in the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which injects fuel to a combustion chamber.

[0002]

[Description of the Prior Art] The cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which injects fuel to a combustion chamber is known. Although fuel is injected in a compression stroke if needed in this kind of internal combustion engine, in order to make fuel injection possible in this way at a high-pressure combustion chamber, it is necessary to fully heighten fuel injection pressure (for it to abbreviate to "fuel pressure" hereafter). For this reason, it is made to secure required high fuel pressure in a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine, with the mechanical high-pressure fuel pump driven with an internal combustion engine so that JP,8-312401,A may see, for example.

[0003] However, at the time of internal combustion engine starting, the fuel quantity which the injected fuel is liquefied in a combustion-chamber wall, adheres to it, and actually contributes to combustion because a combustion chamber is in a low-temperature state may be insufficient, and a combustion state may get worse at it. Therefore, at the time of starting between the colds, it is going to cope with it by increasing the quantity of fuel oil consumption. However, at the time of starting, the fuel pressure which a high-pressure fuel pump generates will not become high enough, but fuel increase in quantity will also be restricted naturally. For this reason, at the time of starting, the air-fuel ratio of the circumference of an ignition plug became RIN, the flame failure occurred, and problems, such as causing rotation change, have occurred.

[0004] In order to solve this problem, by extracting a throttle valve at the time of starting, an inhalation air content is reduced, the intake pressure of a combustion chamber is reduced, the atomization state of the fuel injected by the combustion chamber by this is raised, and the proposal which improves the combustion state at the time of starting is made (application for patent No. 120698 [ 2000 to ]).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] although the good result has been obtained with the technology mentioned above by making the intake pressure of a combustion chamber low at the time of starting, depending on an internal combustion engine, the friction at the time of low temperature and the viscosity of oil may become excessive, and the completion of starting of difficulty and an internal combustion engine may be in elevation of an engine rotational frequency In such a case, a combustion chamber will be in a \*\*\*\* state and an ignition plug will become easy to be damp [ with the fuel injection to the combustion chamber of a low air-content state over a long period of time ] with liquefied fuel. For this reason, ignition becomes unstable, elevation of an engine rotational frequency becomes difficult, and there is a possibility of stopping being able to carry out the completion of starting.

[0006] this invention aims at making starting complete certainly, when starting is overdue by reducing the intake pressure of a combustion chamber at the time of starting.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, the means and its operation effect for attaining the above-mentioned purpose are indicated. The inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 1 It is the inhalation air-content control unit of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which adjusts the inhalation air content in the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine which injects fuel to a combustion chamber. At the time of starting which reduces the inhalation air content at the time of starting of an internal combustion engine rather than the inhalation air content after

the completion of starting, an inhalation air-content reduction means, Even if it carries out conventional-time progress from a starting operation start, when an internal combustion engine does not serve as the completion of starting, it carries out having had the inhalation air-content increase means at the time of starting which performs increase of an inhalation air content instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means at the time of the aforementioned starting as the feature.

[0008] As for the inhalation air-content reduction means, the atomization of the fuel in a combustion chamber is raising the flammability at the time of starting as a good thing by reducing the inhalation air content at the time of starting of an internal combustion engine rather than the inhalation air content after the completion of starting at the time of starting.

[0009] Furthermore, at the time of starting, the inhalation air-content increase means is performing increase of an inhalation air content instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means at the time of starting, when an internal combustion engine does not serve as the completion of starting, even if it carries out conventional-time progress from a starting operation start. Therefore, when an ignition plug is damp in the state of a long-term low air content with liquefied fuel, the liquid fuel which freed itself from the \*\*\*\* state of fuel and has adhered to the ignition plug can be evaporated at an early stage by making a lot of air flow into a combustion chamber.

[0010] It comes to be carried out by stabilizing ignition combustion by this, and since an engine rotational frequency is stabilized and it goes up, starting can be completed. In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 2, an inhalation air-content increase means is characterized by facing increase of the aforementioned inhalation air content and increasing an inhalation air content to the inhalation air content after the completion of starting in composition according to claim 1 at the time of the aforementioned starting.

[0011] About increase of the inhalation air content by the inhalation air-content increase means, an inhalation air content is increased, for example to the inhalation air content after the completion of starting at the time of starting. This can be made to take over to the inhalation air content after the completion of starting smoothly.

[0012] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 3, an inhalation air-content increase means is characterized by increasing an inhalation air content gradually on the occasion of increase of the aforementioned inhalation air content in composition according to claim 2 at the time of the aforementioned starting.

[0013] In addition, on the occasion of increase of the inhalation air content by the inhalation air-content increase means, you may increase an inhalation air content gradually at the time of starting. It is because the combustion by which the direction increased gradually was stabilized more as the whole internal combustion engine depending on the cylinder from this still being injected in a low intake pressure, and atomization being made good rather than having increased an inhalation air content at once is obtained.

[0014] In composition according to claim 3, at the time of the aforementioned starting, in the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 4, an inhalation air-content increase means is characterized by increasing an inhalation air content to the inhalation air content after the completion of starting immediately, when increasing the aforementioned inhalation air content gradually and an internal combustion engine carries out the completion of starting.

[0015] Even if it was the middle of an inhalation air-content increase means being inhalation air-content increase at the time of starting, when an internal combustion engine carries out the completion of starting, you may return to the usual inhalation air content immediately on stable operation of an internal combustion engine. By doing in this way, the internal combustion engine after the completion of starting can be made into the state where it was stabilized quickly.

[0016] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 5, the aforementioned conventional time is characterized by being set up according to internal combustion engine temperature in any of claims 1-4, or the composition of a publication.

[0017] Thus, the conventional time for obtaining the timing which performs increase of an inhalation air content may be set up according to internal combustion engine temperature. It is desirable when performing the completion of starting by which changing the aforementioned conventional time according to the temperature of an internal combustion engine was stabilized at an early stage depending on the temperature of an internal combustion engine since the friction of an internal combustion engine differed from the viscosity of oil further, the grade of the atomization of fuel, the grade of wetting of the ignition plug by fuel, and.

[0018] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 6, the aforementioned conventional time is characterized by for internal combustion engine temperature responding for becoming high, and setting it up short in composition according to claim 5.

[0019] Internal combustion engine temperature responds for becoming high, and, more specifically, the

forementioned conventional time may be made to be set up short. Even if it raises the intake pressure of a combustion chamber, the grade of wetting of an ignition plug also becomes [ the one where internal combustion engine temperature is higher ] small highly [ the grade of the atomization of fuel ]. Moreover, the friction of an internal combustion engine and the viscosity of oil also become small. For this reason, the direction which makes a pumping loss small at an early stage, and brings forward rotation elevation of an internal combustion engine is because it is easy to perform the completion of starting stabilized quickly.

[0020] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 7 In any of claims 1-4, or the composition of a publication at the time of the aforementioned starting an inhalation air-content increase means Even if internal combustion engine rotation of this criteria revolution counter is performed from a starting operation start by using a criteria revolution counter instead of the aforementioned conventional time, when an internal combustion engine does not serve as the completion of starting It is characterized by performing increase of an inhalation air content instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means at the time of the aforementioned starting.

[0021] Thus, you may use a criteria revolution counter instead of the conventional time. Therefore, even if internal combustion engine rotation of a criteria revolution counter is performed from a starting operation start, when an internal combustion engine does not serve as the completion of starting, increase of an inhalation air content is performed instead of the inhalation air-content reduction by the inhalation air-content reduction means at the time of starting. The operation effect mentioned above by this can be produced.

[0022] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 8, the aforementioned criteria revolution counter is characterized by being set up according to internal combustion engine temperature in composition according to claim 7.

[0023] Thus, the criteria revolution counter for obtaining the timing which performs increase of an inhalation air content may be set up according to internal combustion engine temperature. It is desirable when performing the completion of starting by which changing the aforementioned criteria revolution counter according to the temperature of an internal combustion engine was stabilized at an early stage depending on the temperature of an internal combustion engine since the friction of an internal combustion engine differed from the viscosity of oil further, the grade of the atomization of fuel, the grade of wetting of the ignition plug by fuel, and.

[0024] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 9, the aforementioned criteria revolution counter is characterized by for internal combustion engine temperature responding for becoming high, and setting it up few in composition according to claim 8.

[0025] Internal combustion engine temperature responds for becoming high, and, more specifically, the aforementioned criteria revolution counter may be made to be set up few. Even if it raises the inhalation pneumatic pressure of a combustion chamber, the grade of wetting of an ignition plug also becomes [ the one where internal combustion engine temperature is higher ] small highly [ the grade of the atomization of fuel ]. Moreover, the friction of an internal combustion engine and the viscosity of oil also become small. For this reason, the direction which makes a pumping loss small at an early stage, and brings forward rotation elevation of an internal combustion engine is because it is easy to perform the completion of starting stabilized quickly.

[0026] the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 10 -- either of the claims 1-9 -- it sets in the composition of a publication and an inhalation air-content reduction means is characterized by setting up the grade which reduces the inhalation air content at the time of starting of an internal combustion engine rather than the inhalation air content after the completion of starting according to internal combustion engine temperature at the time of the aforementioned starting

[0027] In addition, according to internal combustion engine temperature, you may change the inhalation air content at the time of starting of an internal combustion engine also about the grade reduced rather than the inhalation air content after the completion of starting. Since the grade of fuel atomization, the friction of an internal combustion engine, and the viscosity of oil change according to internal combustion engine temperature, it is because it is desirable when performing the completion of starting stabilized at an early stage to change the reduction grade of an inhalation air content according to the temperature of an internal combustion engine.

[0028] In the inhalation air-content control unit of a cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine according to claim 11, an inhalation air-content reduction means is characterized by not performing the aforementioned inhalation air-content reduction in any of claims 1-10, or the composition of a publication at the time of elevated-temperature starting at the time of the aforementioned starting.

[0029] At the time of elevated-temperature starting, even if it does not reduce an inhalation air content, sufficient atomization is obtained in the injection at the time of starting, and the completion of starting also of the friction of an internal combustion engine or the viscosity of oil is quickly attained by not performing inhalation air-content reduction



by the low's at the time of elevated-temperature starting.

[0030]

[Embodiments of the Invention] [Form 1 of operation] drawing 1 is a block diagram showing the outline composition of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine (an "engine" is called hereafter) 10 with which invention mentioned above was applied, and its control system. An engine 10 is a gasoline formula internal combustion engine which has two or more cylinders (for example, 6-cylinder), and has the combustion chamber 14 in the cylinder 12. Air is inhaled from the inhalation-of-air path 18 through the inhalation-of-air bulb 16 in this combustion chamber 14. Adjustment of the inhalation air content to a combustion chamber 14 is made by adjusting the throttle valve 20 prepared in the inhalation-of-air path 18. As for this throttle valve 20, the opening-and-closing drive is made by the electrical motor 22.

[0031] The injector 24 in which direct fuel injection is possible is formed in a combustion chamber 14 at an engine 10, and the stratified or homogeneous gaseous mixture is formed by injecting fuel in the air inhaled in the combustion chamber 14 if needed in a combustion chamber 14. High-pressure fuel is supplied to an injector 24 from the high-pressure fuel pump 28 through a delivery pipe 26. The high-pressure fuel pump 28 has received supply of fuel from the low voltage fuel pump 32 formed in the fuel tank 30. The low voltage fuel pump 32 is a feed pump of an electric formula, attracted the fuel of a fuel tank 30 and has sent it out to the high-pressure fuel pump 28 side.

[0032] The high-pressure fuel pump 28 mentioned above is equipped with pressurized-room 28c divided by the inner circle wall of plunger 28b which reciprocates the inside of cylinder 28a and this cylinder 28a, and cylinder 28a, and the apical surface of plunger 28b. Plunger 28b reciprocates the inside of cylinder 28a by press being repeated by rotation of the cam 38 for pumps prepared in the cam shaft 36 in which a rotation drive is carried out by rotation of the crankshaft 34 of an engine 10. By this, the high-pressure fuel pump 28 pressurizes the low voltage fuel sent from the low voltage fuel pump 32 within pressurized-room 28c, and sends it out to a delivery-pipe 26 side as high-pressure fuel.

[0033] With an injector 24, this high-pressure fuel is injected into a combustion chamber 14 to suitable timing. Thus, the gaseous mixture formed in the combustion chamber 14 is lit with an ignition plug 40, explodes, depresses a piston 42, and gives rotation torque to a crankshaft 34. And the exhaust air after combustion is discharged by the flueway 46 from a combustion chamber 14 through the exhaust air bulb 44.

[0034] The electronic control ("ECU" is called hereafter) 48 constituted as a center a microcomputer In the ignition switch 50, the cooling coolant temperature sensor 52 which detects the cooling water temperature THW of an engine 10, the engine speed sensor 54 which detects the rotational frequency (engine speed NE) of a crankshaft 34, and a delivery pipe 26 Based on the operational status of the engine 10 obtained from the sensor switches of the fuel-pressure sensor 56 and others which detect fuel pressure, an electrical motor 22 is rotated and the opening (throttle opening) TA of a throttle valve 20 is controlled in the suitable state. Based on the operational status of the engine 10 obtained from the sensor switches similarly mentioned above, ECU48 is adjusting the injection timing of an injector 24, a fuel injection period and the ignition timing of an ignition plug 40, or the bulb 28d [ for fuel metering ] timing of operation prepared in the high-pressure fuel pump 28.

[0035] With the engine 10 mentioned above, if ON operation of the ignition switch 50 is carried out and the starting start of the engine 10 is carried out, the starter motor which is not illustrated will rotate and cranking of a crankshaft 34 will be started. Ignition by the fuel injection and the ignition plug 40 from an injector 24 to under the inhalation of air in a combustion chamber 14 is started by this, and an engine 10 becomes independent, it comes to rotate, and an engine speed NE goes up gradually. And starting is completed when an engine speed NE exceeds, the criteria rotational frequency  $\alpha$ , for example, 400rpm, of the completion of starting.

[0036] Throttle opening control processing is shown in the flow chart of drawing 2 among the processings performed by ECU48 in the form of this operation here. This processing is processing which adjusts the throttle opening TA about immediately after the time of starting, and the completion of starting, and after becoming starter-on, it is performed repeatedly a fixed time period or a fixed crank angle period. In addition, the step in the flow chart corresponding to each contents of processing is expressed with "S-."

[0037] A start of throttle opening control processing judges whether it is under [ by rotation of that it is starter-on, i.e., a starter motor, / cranking ] \*\*\*\*\* (S110). At first, since it is a starter ON state (it is "YES" at S110), next, it is judged for standby-time ending flag Xend whether it is "OFF" (S120). Standby-time ending flag Xend is set as Xend= "OFF" by initial setting at the time of power supply ON of ECU48. Therefore, since it is Xend= "OFF" at the beginning (it is "YES" at S120), as shown in the following formula 1, the amount gA of inhalation-of-air total correction in cranking is computed (S130).

[0038]

[Equation 1]

$gA \leftarrow gcnkA + qg$  -- [Formula 1]

The amount  $gcnkA$  of inhalation-of-air amendments in cranking is calculated from the cooling water temperature THW on a map as shown in [drawing 4](#) here. In [drawing 4](#), the amount  $gcnkA$  of inhalation-of-air amendments in cranking is set as the inclination which becomes high gradually to a plus side from minus in the one where the cooling water temperature THW is lower as the value of minus is set up and the cooling water temperature THW becomes high. Moreover, the integrated-storage-controls study value  $qg$  is a study value which is calculated by the idle rpm control processing currently performed at the time of the last engine operation, and is memorized in the backup RAM of ECU48, and is equivalent to the value of the inhalation air content at the time of idle rpm control itself.

[0039] Next, as shown in the following formula 2, the amount  $gB$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction is computed (S150).

[0040]

[Equation 2]

$gB \leftarrow gcnkA + gcnkB + qg$  -- [Formula 2]

The amount  $gcnkB$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air amendments is calculated from an engine speed NE on a map as shown in [drawing 5](#) here. In [drawing 5](#), the amount  $gcnkB$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air amendments is set as the inclination which becomes high gradually as an engine speed NE becomes high. It is set up so that it may especially become high quickly by the high speed side. It seems that it mentioned above about the amount  $gcnkA$  of inhalation-of-air amendments in cranking, and the integrated-storage-controls study value  $qg$ .

[0041] Next, as shown in the following formula 3, the amount  $gC$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction is computed (S160).

[0042]

[Equation 3]

$gC \leftarrow qg + gthw + gst$  -- [Formula 3]

The amount  $gthw$  of water temperature amendments is the correction value for increasing an inhalation air content, as an engine speed is raised and a temperature up is promoted on stream between the engine colds, and the cooling water temperature THW is set as the inclination for a low to become large here. The starting correction value  $gst$  is the correction value for increasing an inhalation air content for stabilization of engine rotation immediately after the completion of engine starting, and it is set up so that it may converge on "0" with the passage of time after starting while engine rotation is set as the inclination for a low to become large.

[0043] Next, it is judged whether it is over the criteria rotational frequency  $\alpha$  the present engine speed NE judges the completion of engine starting to be (S170). Since it is  $NE \leq \alpha$  if it is in early stages of cranking here (it is "NO" at S170), the conventional time  $Cs$  is found from the cooling water temperature THW on the map shown in [drawing 6](#) below (S180). In case this conventional time  $Cs$  carries out engine starting in the amount  $gA$  of inhalation-of-air total correction in cranking calculated at Step S130, it judges the period which cannot exceed the criteria rotational frequency  $\alpha$  an engine speed NE judges the completion of engine starting to be. Even if it passes this conventional time  $Cs$ , when it is  $NE \leq \alpha$ , increase of an inhalation air content is performed so that it may mention later.

[0044] Next, it is judged for Counter Cinc whether it is under the conventional time  $Cs$  (S190). Counter Cinc is a counter counted up by count processing shown in [drawing 3](#) here. After count processing of [drawing 3](#) serves as starter-on, it is repeatedly performed by the fixed time period. Count processing is explained here. A start of this processing judges first whether it is "OFF" for standby-time ending flag Xend (S310). (since it is Xend= "OFF" at first as mentioned above -- it is judged for count-up beginning flag Xinc by "YES") and the degree by S310 whether it is "OFF" (S320) Count-up beginning flag Xinc is initialized by "OFF" at the time of power supply ON of ECU48. Therefore, since it is Xinc= "OFF" at first (it is "YES" at S320), next, Counter Cinc is set as "0" (S330). And "ON" is set as count-up beginning flag Xinc (S340).

[0045] The following control period in count processing ( [drawing 3](#) ), although it is Xend= "OFF" (it is "YES" at S310), since it became Xinc= "ON" (it is "NO" at S320), the increment of Counter Cinc is performed (S350). Henceforth, by Xend= "OFF" (it is "YES" at S310), as long as it Xinc= "ON" (it is "NO" at S320) Is, Counter Cinc counts up and increases (S350). The elapsed time after considering as starter-on by this counts by Counter Cinc.

[0046] It returns to explanation of throttle opening control processing ( [drawing 2](#) ), and since it is Cinc< $Cs$  at first (it is "YES" at S190), the amount  $gA$  of inhalation-of-air total correction in cranking is set as the amount  $gtotal$  of real inhalation-of-air total correction actually reflected in the throttle opening TA next (S210). In this way, this processing is once ended.

[0047] Therefore, while being  $NE \leq \alpha$  (it is "NO" at S170) and being Cinc< $Cs$  henceforth (it is "YES" at S190), the amount  $gA$  of inhalation-of-air total correction in cranking continues (S210) being set as the amount  $gtotal$  of real inhalation-of-air total correction.



[0048] A low value is set to the amount  $g_{nkA}$  of inhalation-of-air amendments in cranking so that drawing 4 may also show here at the time between the colds, and at the time of low temperature, the value of minus is set up especially. For this reason, at the time between the colds, the amount  $g_{nkA}$  of inhalation-of-air amendments in cranking is set up so that it may become lower than the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction set up at the time of the idle rotation after the completion of starting. The amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction is maintained by the low value, and as time  $t_1$ - $t_2$  shows to the timing chart of drawing 7, a throttle valve 20 is closed rather than the time of the idle after the completion of starting, and serves as feeling from this.

[0049] Thus, while repeating processing of Step S210, before an engine 10 will be in a high-order detonation state, and an engine speed  $NE$  goes up favorably and serves as  $C_{inc} \geq C_s$ , the case where it becomes  $NE > \alpha$  is considered. In this case, (it is "YES" at S170) next, it is judged whether it is  $X_{end} = \text{"OFF"}$  (S220). In this case, since  $X_{end} = \text{"OFF"}$  is maintained (it is "YES" at S220), it is judged whether next the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction is larger than the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction (S230).

[0050] The amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction is [ that the amount  $g_{nkB}$  of after / a starting judging / inhalation-of-air amendments shown in drawing 5 is only applied, and ] here as compared with the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking, as the aforementioned formula 1 and the aforementioned formula 2 are compared and understood. Therefore, the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction has the relation which separates from the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking gradually, and approaches the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction as an engine speed  $NE$  becomes high. For this reason, among the first stages, since the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction is smaller than the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction (it is "NO" at S230), the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction of the smaller one is set to the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction (S240). In this way, this processing is once ended.

[0051] From this, as shown at the time  $t_2$ - $t_3$  of drawing 7, the throttle opening  $TA$  becomes gradually large from a low value, and a throttle valve 20 approaches the opening at the time of an idle, and goes. Henceforth, as long as it is  $NE > \alpha$  (it is "YES" at S170) and is  $g_B \leq g_C$  (it is "NO" at S230), the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction continues (S240) being set to the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction. And by the increase in the amount  $g_B$  of after [ a starting judging ] inhalation-of-air total correction, if it becomes  $g_B > g_C$  (it is "YES" at S230), the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction will be set to the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction (S250). In this way, this processing is once ended.

[0052] Henceforth, idle rpm control is performed based on the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction to which this amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction was set. Next, as shown in the timing chart of drawing 8, while repeating processing of Step S210, the case where the height of the friction of an engine 10, the viscosity of oil, etc. become  $C_{inc} \geq C_s$  before an engine speed  $NE$  did not go up favorably but became  $NE > \alpha$  into cranking according to a cause is considered. In this case, (it is "NO" at S190) next,  $X_{end} = \text{"ON"}$  is set up (S200). And it is judged whether the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking is larger than the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction (S205). Since it is  $g_A \leq g_C$  at first (it is "NO" at S205) next, the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking is set as the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction (S210). In this way, this processing is once ended.

[0053] The following control period, since it is  $X_{end} = \text{"ON"}$  (it is "NO" at S120), as shown in the following formula 4, gradual increase processing of the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking called for last time is performed (S140).

[0054]

[Equation 4]

$g_A \leftarrow g_A + \text{deltag}$  -- [Formula 4]

Gradual increase value  $\text{deltag}$  is the augend of  $g_A$  for every control period, and is a value set up beforehand here.

[0055] Next, calculation (S160) of the amount  $g_C$  of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction is made. And if it is  $NE \leq \alpha$  (it is "NO" at S170), it will shift with Step S180, Step S190 ("NO"), Step S200, and Step S205 ("NO"), and the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking will be set as the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction (S210). In this way, this processing is once ended.

[0056] Therefore, as long as it is  $NE \leq \alpha$  (it is "NO" at S170) and is  $g_A \leq g_C$  (it is "NO" at S205), as shown in drawing 8 at time  $t_{12}$ - $t_{13}$ , the amount  $g_A$  of inhalation-of-air total correction in cranking which increases gradually will be set as the amount  $g_{total}$  of real inhalation-of-air total correction.

[0057] and (since it is standby-time ending flag Xend= "ON" when it becomes NE>alpha by the increase in the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction (it is "YES" at S170) -- S220 -- "NO -- " --) -- the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction will be immediately set to the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction (time t13:S250)

[0058] Henceforth, idle rpm control is performed based on the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction to which this amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction was set. In addition, if it becomes gA>gC by (S170 by the increase in "NO") and the amount gA of inhalation-of-air total correction in cranking before becoming NE>alpha (it is "YES" at S205), the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction will come (S250) to be set to the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction.

[0059] In the composition of the gestalt 1 of operation mentioned above, the throttle opening control processing ( drawing 2 ) and count processing ( drawing 3 ) which ECU48 performs are equivalent to the processing as an inhalation air-content increase means at the time of an inhalation air-content reduction means and starting at the time of starting.

[0060] According to the gestalt 1 of this operation explained above, the following effects are acquired.

(\*\*) -- the inhalation air content at the time of engine starting is reduced rather than the inhalation air content after the completion of starting by processing of Steps S130, S170, and S210 of . throttle opening control processing ( drawing 2 ) By this, the atomization of the fuel in a combustion chamber 14 is raising the flammability at the time of starting as a good thing.

[0061] And when an engine 10 does not serve as the completion of starting even if the conventional time Cs passes since a starting operation start in spite of having improved atomization in this way, increase of an inhalation air content is performed instead of "NO") and inhalation air-content reduction by (S190 (S140, S210). Therefore, when an ignition plug 40 is damp in the state of a long-term low air content with fuel, the liquid fuel which freed itself from the \*\*\*\* state of fuel and has adhered to the ignition plug 40 can be evaporated at an early stage by making a lot of air flow in a combustion chamber 14. It comes to be carried out by stabilizing ignition combustion by this, and since an engine speed NE stabilizes and goes up, starting can be completed.

[0062] (\*\*) -- about the increase of an inhalation air content of which . \*\*\*\* was done, the inhalation air content is increased to the inhalation air content after the completion of starting (S140, S205, S210, S250) This can be made to take over to the inhalation air content after the completion of starting smoothly.

[0063] (\*\*) . -- it is made to increase gradually on the occasion of increase of an inhalation air content further (S140) It is because the combustion by which the direction increased gradually was stabilized more as the engine 10 whole depending on the cylinder from this still being injected in a low intake pressure, and atomization being made good rather than having increased an inhalation air content at once is obtained.

[0064] (\*\*) . inhalation air-content increase -- on the way -- the case where came out, and engine starting is completed even if it was -- (-- it has returned to the usual inhalation air content immediately on "YES") and stable operation of an engine 10 by S170 (it is "NO" and S250 at S220) By doing in this way, the engine 10 after the completion of starting can be made into the state where it was stabilized quickly.

[0065] (\*\*) -- engine temperature (here cooling water temperature THW) responds for becoming high, and the conventional time Cs for obtaining the timing which performs increase of . inhalation air content is set up short Even if it raises the intake pressure in a combustion chamber 14, the grade of wetting of an ignition plug 40 also becomes [ the one where engine temperature is higher ] small highly [ the grade of the atomization of fuel ]. Moreover, the friction of an engine 10 and the viscosity of oil also become small. For this reason, if engine temperature is high, opening of a throttle valve 20 will be enlarged at an early stage, a pumping loss will be made small, and rotation elevation of an engine 10 will be brought forward. The completion of starting quickly stabilized by this can be performed.

[0066] Also with the grade which reduces the inhalation air content by the amount gA of inhalation-of-air total correction in (\*\*) . cranking, the grade of reduction is made small, so that engine temperature is high. The completion of starting stabilized at an early stage can be performed by making the reduction grade of an inhalation air content small, so that engine temperature is high, since the grade of fuel atomization becomes good and the friction of an engine 10 and the viscosity of oil also become small so that engine temperature is high. The completion of starting is quickly possible by not performing inhalation air-content reduction especially at the time of elevated-temperature starting.

[0067] The points which the gestalt 2 of the [gestalt 2 of operation] book operation repeats the throttle opening control processing shown in drawing 9 instead of the throttle opening control processing shown in drawing 2 to the same timing, and are performed differ in the gestalt 1 of the aforementioned implementation. Especially the composition of those other than this is the same as the composition of the gestalt 1 of the aforementioned implementation, unless it explains.

[0068] Moreover, in throttle opening control processing ( drawing 9 ), processing equivalent to Steps S140 and S205 in the gestalt 1 of the aforementioned implementation does not exist. The content is the same as the gestalt 1 of the aforementioned implementation only by the step number carrying out the increase of the other processings in "300." However, Step S550 is performed by the degree of Step S500 (equivalent to Step S200 with the gestalt 1 of operation). [0069] Thus, by being constituted, operation in the case (it is "NO" at S490) where the conventional time Cs passes in the state (it is "NO" at S470) where the completion of starting is not carried out differs in the gestalt 1 of the aforementioned implementation. That is, immediately after setting "ON" as "NO") and standby-time ending flag Xend by (S490 when it comes to Cinc>=Cs (S500), the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction is set as the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction (S550).

[0070] Although the amount gA of inhalation-of-air total correction in cranking is set as the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction till time t21-t22 and it is when this is shown in the timing chart of drawing 10 , at the time t22 used as Cinc>=Cs, an inhalation air content will increase immediately in the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction from the amount gA of inhalation-of-air total correction in cranking.

[0071] and (since it is Xend= "ON" the following control period -- S420 -- "NO -- " --) -- the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction is computed immediately (S460) And if it is NE<=alpha (it is "NO" at S470), the amount gC of after [ the completion of starting ] inhalation-of-air total correction will be set to the amount gtotal of real inhalation-of-air total correction through Steps S480, S490 ("NO"), and S500 (S550). moreover -- NE>alpha -- having become -- a case -- (-- S -- 470 -- "-- YES -- " --) -- Xend -- = -- "-- ON -- " -- it is -- things -- from -- (-- S -- 520 -- "-- NO -- " --) -- real -- inhalation of air -- total correction -- an amount -- gtotal -- \*\*\*\* -- starting -- completion -- after -- inhalation of air -- total correction -- an amount -- gC -- setting up -- having (S550) .

[0072] In the composition of the gestalt 2 of operation mentioned above, the throttle opening control processing ( drawing 9 ) and count processing ( drawing 3 ) which ECU48 performs are equivalent to the processing as an inhalation air-content increase means at the time of an inhalation air-content reduction means and starting at the time of starting.

[0073] According to the gestalt 2 of this operation explained above, the following effects are acquired.

The same effect is produced with the (b) of the gestalt 1 of the (b) . aforementioned implementation, a (b), a (e), and a (\*\*).

[0074] [The gestalt of other operations]

- In the gestalt of each aforementioned implementation, although the inhalation air content was adjusted by adjusting a throttle valve 20, the amount adjustment mechanism of lifts of the inhalation-of-air bulb 16 may be established in addition to this, and the air content inhaled by the amount adjustment of lifts of the inhalation-of-air bulb 16 in a combustion chamber 14 may be adjusted.

[0075] - For every fixed engine rotation or crank angle, it may interrupt and the aforementioned count processing ( drawing 3 ) may be performed, although it interrupted and performed by the fixed time period. Thus, when it is made to depend for the increase in Counter Cinc on engine rotation, Cs will express a criteria revolution counter. Therefore, even if engine rotation of a criteria revolution counter is performed, when an engine 10 does not serve as the completion of starting from starter-on, increase of an inhalation air content will be performed.

[0076] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, it appends that it is a thing including the following gestalten to the gestalt of operation of this invention.

(1) The . claims 1-11 are the inhalation air-content control units of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by adjustment of an inhalation air content being performed by opening adjustment of a throttle valve in the composition of a publication either.

[0077] (2) The . claims 1-11 are the inhalation air-content control units of the cylinder-injection-of-fuel formula internal combustion engine characterized by adjustment of an inhalation air content being performed by the amount adjustment of lifts of an inhalation-of-air bulb in the composition of a publication either.

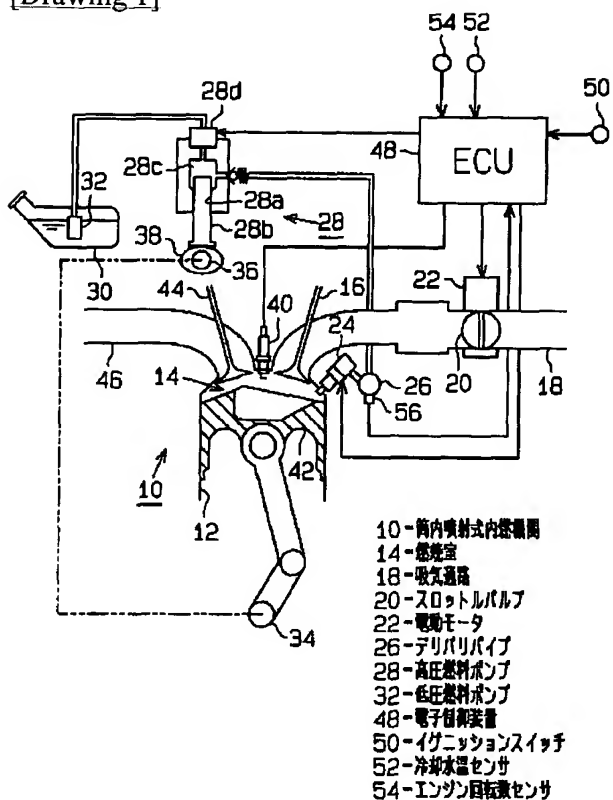
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

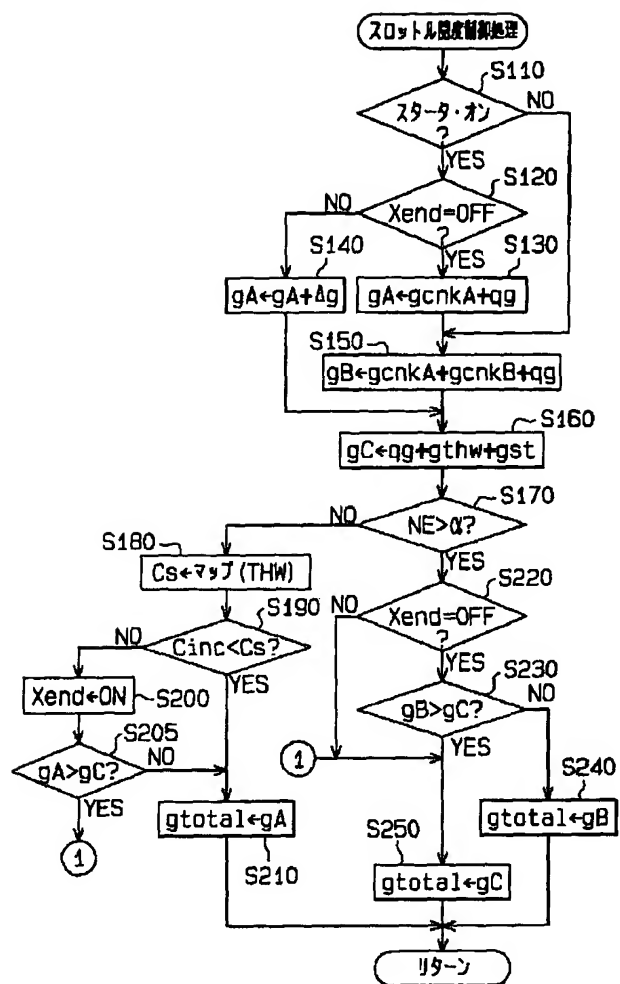
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

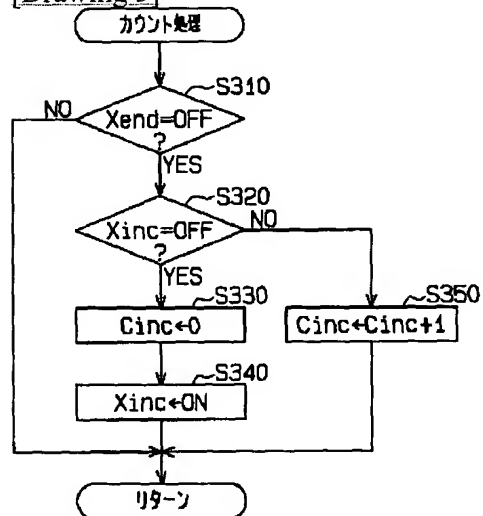
[Drawing 1]



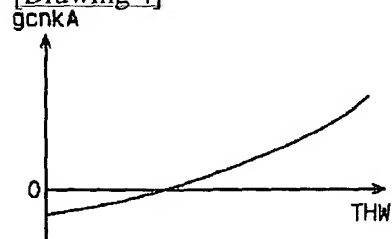
[Drawing 2]



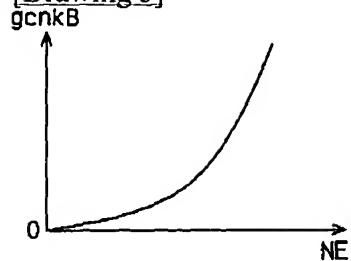
[Drawing 3]



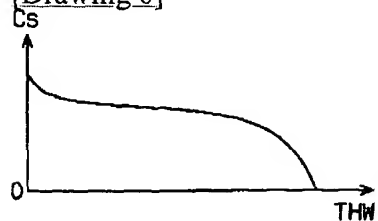
[Drawing 4]



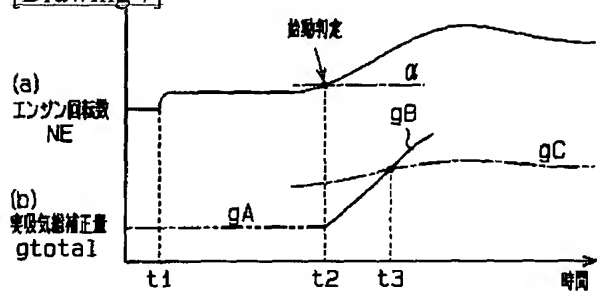
[Drawing 5]



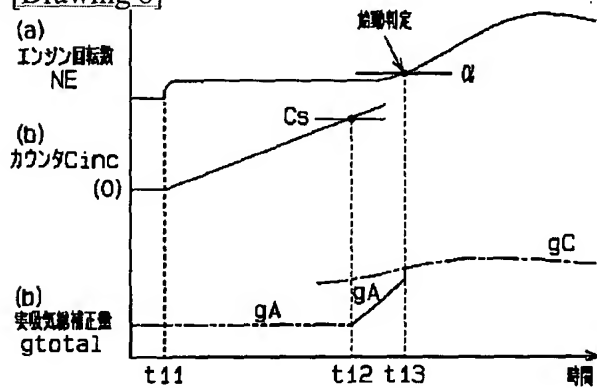
[Drawing 6]



[Drawing 7]

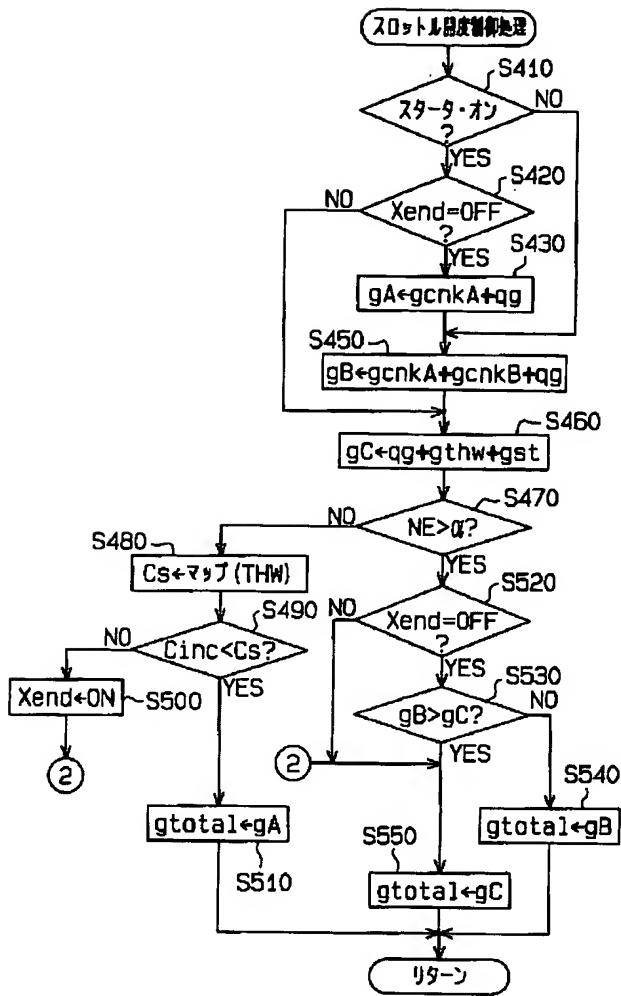


[Drawing 8]

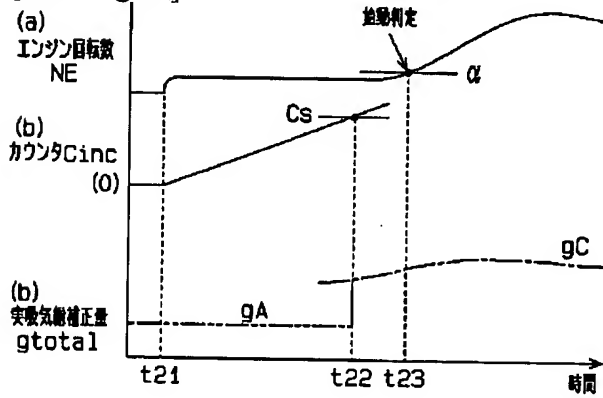


[Drawing 9]





[Drawing 10]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-130012

(P2002-130012A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
F 0 2 D 41/06	3 1 0	F 0 2 D 41/06	3 1 0 3 G 0 6 5
	3 2 0		3 2 0 3 G 0 8 4
9/02	3 0 5	9/02	3 0 5 B 3 G 0 9 2
13/02		13/02	D 3 G 3 0 1
			H

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-317615(P2000-317615)

(22) 出願日 平成12年10月18日(2000.10.18)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 細川 修

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車 株式会社内

(72) 発明者 高木 登

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車 株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

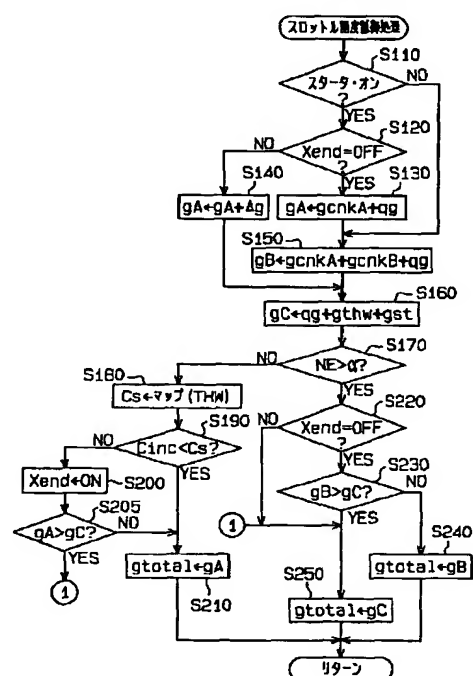
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置

(57) 【要約】

【課題】筒内噴射式内燃機関の始動時に燃焼室内の吸気圧を低下させることで始動が遅れた場合においても確実に始動を完了させる。

【解決手段】ステップS130、S170、S210の処理により、エンジン始動時における吸入空気量を始動完了後における吸入空気量よりも低減させて燃焼室内での燃料の霧化を良好なものとしている。このように霧化を改善し始動操作開始から基準時間Csが経過してもエンジンが始動完了とならない場合には(S190で「NO」)吸入空気量の増大を実行している(S140、S210)。したがって長期の低空気量状態で点火プラグが燃料で濡れたような場合も大量の空気を燃焼室内に流入させることにより点火プラグに付着している液体燃料を早期に蒸発させることができる。このことにより点火燃焼が安定して行われるようになりエンジン回転数NEが安定して上昇するので始動を完了できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射式内燃機関における吸入空気量を調節する筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置であって、  
 内燃機関の始動時における吸入空気量を、始動完了後における吸入空気量よりも低減させる始動時吸入空気量低減手段と、

始動操作開始から基準時間経過しても内燃機関が始動完了とならない場合に、前記始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行する始動時吸入空気量増大手段と、

を備えたことを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量の増大に際しては、始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項3】 請求項2記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量の増大に際しては、徐々に吸入空気量を増大させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項4】 請求項3記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量を徐々に増大させている際に、内燃機関が始動完了した場合には、直ちに始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか記載の構成において、前記基準時間は、内燃機関温度に応じて設定されることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項6】 請求項5記載の構成において、前記基準時間は、内燃機関温度が高くなるに応じて短く設定されることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項7】 請求項1～4のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記基準時間の代わりに基準積算回転数を用いることにより、始動操作開始から該基準積算回転数の内燃機関回転が行われても内燃機関が始動完了とならない場合に、前記始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項8】 請求項7記載の構成において、前記基準積算回転数は、内燃機関温度に応じて設定されることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項9】 請求項8記載の構成において、前記基準積算回転数は、内燃機関温度が高くなるに応じて少なく設定されることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気

量制御装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量低減手段は、内燃機関の始動時における吸入空気量を始動完了後における吸入空気量よりも低減させる程度を、内燃機関温度に応じて設定することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項11】 請求項1～10のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量低減手段は、高温始動時には前記吸入空気量低減を実行しないことを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射式内燃機関における吸入空気量を調節する筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射式内燃機関が知られている。この種の内燃機関では必要に応じて圧縮行程中に燃料を噴射するが、このように高圧の燃焼室内に燃料噴射を可能とするためには、燃料噴射圧力（以下、「燃圧」と略す）を十分に高める必要がある。このため筒内噴射式内燃機関では、例えば特開平8-312401号公報に見られるように、内燃機関により駆動される機械式の高圧燃料ポンプにより必要な高燃圧を確保するようにしている。

【0003】 しかし内燃機関始動時には、燃焼室内が低温状態にあることで、噴射された燃料が燃焼室内壁に液状で付着して実際に燃焼に寄与する燃料量が不足してしまい、燃焼状態が悪化することがある。したがって冷間始動時には燃料噴射量を増量することで対処しようとしている。しかし始動時は高圧燃料ポンプが発生する燃圧が十分に高くなり、燃料増量も自ずと制限されてしまう。このため始動時には点火プラグ周囲の空燃比がリーンとなって失火が発生し、回転変動を招くなどの問題が発生している。

【0004】 この問題を解決するため、始動時においてはスロットルバルブを絞ることにより吸入空気量を低減して燃焼室内の吸気圧を低下させ、このことにより燃焼室内に噴射された燃料の霧化状態を向上させて、始動時の燃焼状態を改善する提案がなされている（特願2000-120698号）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述した技術では、始動時に燃焼室内の吸気圧を低くすることで良好な結果を得ているが、内燃機関によっては低温時におけるフリクションやオイルの粘性が過大となったりして、機関回転数の上昇が困難となり内燃機関の始動完了が遅れてしまうことがある。このような場合には長期間にわたる低空気量状態の燃焼室内への燃料噴射により、燃焼室内が過

濃状態となって点火プラグが液状燃料で濡れ易くなる。このため点火が不安定となり、機関回転数の上昇が困難となって、始動完了できなくなるおそれがある。

【0006】本発明は、始動時に燃焼室内の吸気圧を低下させることで始動が遅れた場合においても、確実に始動を完了させることを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置は、燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射式内燃機関における吸入空気量を調節する筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置であって、内燃機関の始動時における吸入空気量を、始動完了後における吸入空気量よりも低減させる始動時吸入空気量低減手段と、始動操作開始から基準時間経過しても内燃機関が始動完了とならない場合に、前記始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行する始動時吸入空気量増大手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】始動時吸入空気量低減手段は、内燃機関の始動時における吸入空気量を、始動完了後における吸入空気量よりも低減させることにより、燃焼室内での燃料の霧化を良好なものとして、始動時の燃焼性を向上させている。

【0009】更に、始動時吸入空気量増大手段は、始動操作開始から基準時間経過しても内燃機関が始動完了とならない場合に、始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行している。したがって、長期の低空気量状態にて点火プラグが液状燃料で濡れたような場合においても、大量の空気を燃焼室内に流入させることにより、燃料の過濃状態を脱却して点火プラグに付着している液体燃料を早期に蒸発させることができる。

【0010】このことにより点火燃焼が安定して行われるようになり、機関回転数が安定して上昇するので、始動を完了することができる。請求項2記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項1記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量の増大に際しては、始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大することを特徴とする。

【0011】始動時吸入空気量増大手段による吸入空気量の増大については、例えば始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大する。このことにより始動完了後の吸入空気量に円滑に引き継がせることができる。

【0012】請求項3記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項2記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量の増大に際しては、徐々に吸入空気量を増大させることを特徴とする。

【0013】なお、始動時吸入空気量増大手段による吸

入空気量の増大に際しては、徐々に吸入空気量を増大させても良い。これは、気筒によっては、まだ低吸気圧内に噴射して霧化を良好にすべき場合があることから、一度に吸入空気量を増大させるよりは徐々に増大させた方が内燃機関全体としては、より安定した燃焼が得られるからである。

【0014】請求項4記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項3記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記吸入空気量を徐々に増大させている際に、内燃機関が始動完了した場合には、直ちに始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大することを特徴とする。

【0015】始動時吸入空気量増大手段が吸入空気量増大の途中であっても、内燃機関が始動完了した場合には内燃機関の安定運転上、直ちに通常の吸入空気量に戻しても良い。このようにすることで、始動完了後の内燃機関を迅速に安定した状態とすることができる。

【0016】請求項5記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項1～4のいずれか記載の構成において、前記基準時間は、内燃機関温度に応じて設定されることを特徴とする。

【0017】このように吸入空気量の増大を実行するタイミングを得るための基準時間は、内燃機関温度に応じて設定されても良い。内燃機関の温度によっては、燃料の霧化の程度や燃料による点火プラグの濡れの程度、更に内燃機関のフリクションやオイルの粘性が異なるため、内燃機関の温度に応じて前記基準時間を変更することが、早期に安定した始動完了を行う上で好ましい。

【0018】請求項6記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項5記載の構成において、前記基準時間は、内燃機関温度が高くなるに応じて短く設定されることを特徴とする。

【0019】より具体的には、前記基準時間は、内燃機関温度が高くなるに応じて短く設定されるようにしても良い。燃焼室内の吸気圧を上げて内燃機関温度が高い方が燃料の霧化の程度も高く点火プラグの濡れの程度も小さくなる。また内燃機関のフリクションやオイルの粘性も小さくなる。このため早期にポンピングロスを小さくして、内燃機関の回転上昇を早める方が、迅速に安定した始動完了を行い易いからである。

【0020】請求項7記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項1～4のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量増大手段は、前記基準時間の代わりに基準積算回転数を用いることにより、始動操作開始から該基準積算回転数の内燃機関回転が行われても内燃機関が始動完了とならない場合に、前記始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行することを特徴とする。

【0021】このように、基準時間の代わりに基準積算回転数を用いても良い。したがって始動操作開始から基

準積算回転数の内燃機関回転が行われても内燃機関が始動完了とならない場合に、始動時吸入空気量低減手段による吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行する。このことにより前述した作用効果を生じさせることができる。

【0022】請求項8記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項7記載の構成において、前記基準積算回転数は、内燃機関温度に応じて設定されることを特徴とする。

【0023】このように吸入空気量の増大を実行するタイミングを得るための基準積算回転数は、内燃機関温度に応じて設定されても良い。内燃機関の温度によっては、燃料の霧化の程度や燃料による点火プラグの濡れの程度、更に内燃機関のフリクションやオイルの粘性が異なるため、内燃機関の温度に応じて前記基準積算回転数を変更することが、早期に安定した始動完了を行う上で好ましい。

【0024】請求項9記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項8記載の構成において、前記基準積算回転数は、内燃機関温度が高くなるに応じて少なく設定されることを特徴とする。

【0025】より具体的には、前記基準積算回転数は、内燃機関温度が高くなるに応じて少なく設定されるようにしても良い。燃焼室内の吸入空気圧を上げて内燃機関温度が高い方が燃料の霧化の程度も高く点火プラグの濡れの程度も小さくなる。また内燃機関のフリクションやオイルの粘性も小さくなる。このため、早期にポンピングロス小さくして、内燃機関の回転上昇を早める方が、迅速に安定した始動完了を行い易いからである。

【0026】請求項10記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項1～9のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量低減手段は、内燃機関の始動時における吸入空気量を始動完了後における吸入空気量よりも低減させる程度を、内燃機関温度に応じて設定することを特徴とする。

【0027】なお、内燃機関の始動時における吸入空気量を、始動完了後における吸入空気量よりも低減させる程度についても、内燃機関温度に応じて変更しても良い。燃料霧化の程度や内燃機関のフリクション、オイルの粘性は内燃機関温度に応じて変化するため、内燃機関の温度に応じて吸入空気量の低減程度を変更することが、早期に安定した始動完了を行う上で好ましいからである。

【0028】請求項11記載の筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置では、請求項1～10のいずれか記載の構成において、前記始動時吸入空気量低減手段は、高温始動時には前記吸入空気量低減を実行しないことを特徴とする。

【0029】高温始動時には、吸入空気量を低減しなくても始動時の噴射において十分な霧化が得られ、内燃機

関のフリクションやオイルの粘性も低いので、高温始動時には吸入空気量低減を実行しないことにより、迅速に始動完了が可能となる。

【0030】

【発明の実施の形態】[実施の形態1] 図1は上述した発明が適用された筒内噴射式内燃機関（以下、「エンジン」と称する）10及びその制御系統の概略構成を表すブロック図である。エンジン10は複数気筒（例えば6気筒）を有するガソリン式内燃機関であり、気筒12内に燃焼室14を有している。この燃焼室14には吸気バルブ16を介して吸気通路18から空気が吸入される。燃焼室14への吸入空気量の調整は、吸気通路18に設けられたスロットルバルブ20を調整することによりなされる。このスロットルバルブ20は電動モータ22によって開閉駆動がなされている。

【0031】エンジン10には燃焼室14内に直接燃料噴射可能なインジェクタ24が設けられ、燃焼室14内に吸入された空気中に燃料を噴射することにより、燃焼室14内に必要に応じて層状あるいは均質な混合気を形成している。インジェクタ24へはデリバリパイプ26を介して、高圧燃料ポンプ28から高圧燃料が供給される。高圧燃料ポンプ28は燃料タンク30に設けられた低圧燃料ポンプ32から燃料の供給を受けている。低圧燃料ポンプ32は電動式のフィードポンプであり、燃料タンク30の燃料を吸引して高圧燃料ポンプ28側へ送出している。

【0032】上述した高圧燃料ポンプ28は、シリンダ28a、このシリンダ28a内を往復動するプランジャ28b、及びシリンダ28aの内周壁とプランジャ28bの先端面とにより区画された加圧室28cを備えている。プランジャ28bは、エンジン10のクランクシャフト34の回転により回転駆動されるカムシャフト36に設けられたポンプ用カム38の回転により押圧が繰り返されることでシリンダ28a内を往復動する。このことにより高圧燃料ポンプ28は、低圧燃料ポンプ32から送られてきた低圧燃料を加圧室28c内で加圧して高圧燃料としてデリバリパイプ26側へ送出する。

【0033】インジェクタ24ではこの高圧燃料を適切なタイミングで燃焼室14内へ噴射する。このようにして燃焼室14内に形成された混合気は、点火プラグ40により点火されて爆発し、ピストン42を押し下げてクランクシャフト34に回転トルクを与える。そして燃焼後の排気は、排気バルブ44を介して燃焼室14から排気通路46に排出される。

【0034】マイクロコンピュータを中心として構成されている電子制御装置（以下、「ECU」と称する）48は、イグニッションスイッチ50、エンジン10の冷却水温THWを検出する冷却水温センサ52、クランクシャフト34の回転数（エンジン回転数NE）を検出するエンジン回転数センサ54、デリバリパイプ26にお

いて燃圧を検出する燃圧センサ56及びその他のセンサ・スイッチ類から得られるエンジン10の運転状態に基づいて、電動モータ22を回転させてスロットルバルブ20の開度（スロットル開度）TAを好適な状態に制御している。同様に上述したセンサ・スイッチ類から得られるエンジン10の運転状態に基づいて、ECU48は、インジェクタ24の噴射タイミングや噴射期間、点火プラグ40の点火タイミング、あるいは高圧燃料ポンプ28に設けられた燃料調量用バルブ28dの動作タイミングを調整している。

【0035】上述したエンジン10ではイグニッションスイッチ50がオン操作されてエンジン10が始動開始されると、図示していないスタータモータが回転して、クランクシャフト34のクランキングを開始する。このことによりインジェクタ24から燃焼室14内の吸気中への燃料噴射および点火プラグ40による点火が開始されて、エンジン10が自立して回転するようになり、次第にエンジン回転数NEが上昇する。そしてエンジン回転数NEが始動完了の基準回転数 $\alpha$ 、例えば400rpmを越えることにより、始動が完了する。

【0036】ここで、本実施の形態においてECU48にて実行される処理の内、スロットル開度制御処理を図2のフローチャートに示す。この処理は、始動時および始動完了直後に関してスロットル開度TAを調整する処理であり、スタータ・オンとなった後に、一定の時間周期あるいは一定のクランク角周期で繰り返し実行される。なお個々の処理内容に対応するフローチャート中のステップを「S～」で表す。

【0037】スロットル開度制御処理が開始されると、

$$gB \leftarrow gcnkA + gcnkB + qg \quad \dots \text{〔式2〕}$$

ここで始動判定後吸気補正量 $gcnkB$ は、図5に示すごとくマップによりエンジン回転数NEから求められる。図5では始動判定後吸気補正量 $gcnkB$ は、エンジン回転数NEが高くなるにしたがって次第に高くなる傾向に設定されている。特に高速側では急速に高くなるように設定されている。クランキング中吸気補正量 $gc$

$$gC \leftarrow qg + gthw + gst \quad \dots \text{〔式3〕}$$

ここで水温補正量 $gthw$ は、エンジン冷間運転中には、エンジン回転数を高めて昇温を促進するように吸入空気量を増大させるための補正值であり、冷却水温THWが低いほど大きくなる傾向に設定されている。始動補正值 $gst$ は、エンジン始動完了直後にエンジン回転の安定化のために吸入空気量を増大させるための補正值であり、エンジン回転が低いほど大きくなる傾向に設定されるとともに、始動後の時間の経過と共に「0」に収束するように設定されている。

【0043】次に、現在のエンジン回転数NEがエンジン始動完了を判定する基準回転数 $\alpha$ を越えているか否かが判定される（S170）。ここでクランキングの初期であれば $NE \leq \alpha$ であるので（S170で「NO」）、

スタータ・オンか否か、すなわちスタータモータの回転によるクランキング中か否かが判定される（S110）。最初は、スタータ・オン状態であるので（S110で「YES」）、次に待機時間終了フラグXendが「OFF」か否かが判定される（S120）。待機時間終了フラグXendはECU48の電源オン時の初期設定により、Xend＝「OFF」に設定されている。したがって、当初は、Xend＝「OFF」であるので（S120で「YES」）、次式1に示すごとく、クランキング中吸気総補正量 $gA$ が算出される（S130）。

【0038】

【数1】

$$gA \leftarrow gcnkA + qg \quad \dots \text{〔式1〕}$$

ここでクランキング中吸気補正量 $gcnkA$ は、図4に示すごとくマップにより冷却水温THWから求められる。図4ではクランキング中吸気補正量 $gcnkA$ は、冷却水温THWが低い方ではマイナスの値が設定されており、冷却水温THWが高くなるにしたがって、マイナスからプラス側へ次第に高くなる傾向に設定されている。またISC学習値 $qg$ は、前回のエンジン運転時に行われているアイドル回転数制御処理にて求められてECU48のバックアップRAM内に記憶されている学習値であり、アイドル回転数制御時の吸入空気量自体の値に相当する。

【0039】次に、次式2に示すごとく始動判定後吸気総補正量 $gB$ を算出する（S150）。

【0040】

【数2】

$nkA$ およびISC学習値 $qg$ については上述したごとくである。

【0041】次に、次式3に示すごとく始動完了後吸気総補正量 $gC$ を算出する（S160）。

【0042】

【数3】

次に図6に示すマップにより冷却水温THWから基準時間Csを求める（S180）。この基準時間CsはステップS130にて求めたクランキング中吸気総補正量 $gA$ にてエンジン始動する際に、エンジン回転数NEがエンジン始動完了を判定する基準回転数 $\alpha$ を越えることができない期間を判定するものである。この基準時間Csを経過しても $NE \leq \alpha$ である場合には、後述するごとく吸入空気量の増大が行われる。

【0044】次にカウンタCincが基準時間Cs未満か否かが判定される（S190）。ここでカウンタCincは、図3に示すカウント処理によりカウントアップされるカウンタである。図3のカウント処理はスタータ・オンとなった後に一定の時間周期で繰り返し実行され



る。ここでカウント処理について説明する。本処理が開始されると、まず待機時間終了フラグ $X_{end}$ が「OFF」か否かが判定される(S310)。前述したごとく最初は $X_{end}$ ＝「OFF」であることから(S310で「YES」)、次にカウントアップ開始フラグ $X_{inc}$ が「OFF」か否かが判定される(S320)。カウントアップ開始フラグ $X_{inc}$ はECU48の電源オン時に「OFF」に初期化されている。したがって最初は $X_{inc}$ ＝「OFF」であるので(S320で「YES」)、次にカウンタ $C_{inc}$ が「0」に設定される(S330)。そしてカウントアップ開始フラグ $X_{inc}$ に「ON」が設定される(S340)。

【0045】カウント処理(図3)における次の制御周期では、 $X_{end}$ ＝「OFF」(S310で「YES」)であるが、 $X_{inc}$ ＝「ON」となったため(S320で「NO」)、カウンタ $C_{inc}$ のインクリメントが実行される(S350)。以後、 $X_{end}$ ＝「OFF」(S310で「YES」)で、 $X_{inc}$ ＝「ON」(S320で「NO」)ある限り、カウンタ $C_{inc}$ がカウントアップされて(S350)増加してゆく。このことによりスタータ・オンとしてからの経過時間がカウンタ $C_{inc}$ にてカウントされる。

【0046】スロットル開度制御処理(図2)の説明に戻り、最初は $C_{inc} < C_s$ であるので(S190で「YES」)、次に実際にスロットル開度 $T_A$ に反映される実吸気総補正量 $g_{total}$ にクランキング中吸気総補正量 $g_A$ が設定される(S210)。こうして本処理を一旦終了する。

【0047】したがって、以後、 $NE \leq \alpha$ であって(S170で「NO」)、かつ $C_{inc} < C_s$ である(S190で「YES」)間は、クランキング中吸気総補正量 $g_A$ が実吸気総補正量 $g_{total}$ に設定され続ける(S210)。

【0048】ここで冷間時には図4からも判るようにクランキング中吸気補正量 $g_{cnkA}$ には低い値が設定され、特に低温時にはマイナスの値が設定される。このため、クランキング中吸気補正量 $g_{cnkA}$ は、冷間時には始動完了後のアイドル回転時に設定される始動完了後吸気総補正量 $g_C$ よりも低くなるように設定されている。このことから、図7のタイミングチャートに時刻 $t_1 \sim t_2$ にて示すごとく実吸気総補正量 $g_{total}$ は低い値に維持され、スロットルバルブ20は始動完了後のアイドル時よりも閉じ気味となる。

【0049】このようにステップS210の処理を繰り返す内に、エンジン10が完爆状態となり、エンジン回転数 $NE$ が順調に上昇して、 $C_{inc} \geq C_s$ となる前に、 $NE > \alpha$ となった場合を考える。この場合は(S170で「YES」)、次に $X_{end}$ ＝「OFF」か否かが判定される(S220)。この場合は $X_{end}$ ＝「OFF」が維持されているので(S220で「YE

S」)、次に始動判定後吸気総補正量 $g_B$ が始動完了後吸気総補正量 $g_C$ より大きいかが判定される(S230)。

【0050】ここで始動判定後吸気総補正量 $g_B$ は前記式1と前記式2とを比較して判るように、クランキング中吸気総補正量 $g_A$ に比較して、図5に示した始動判定後吸気補正量 $g_{cnkB}$ が加えられているのみである。したがってエンジン回転数 $NE$ が高くなるにしたがって始動判定後吸気総補正量 $g_B$ は次第にクランキング中吸気総補正量 $g_A$ から離れて始動完了後吸気総補正量 $g_C$ に近づく関係にある。このため初期の内は、始動判定後吸気総補正量 $g_B$ は始動完了後吸気総補正量 $g_C$ より小さいので(S230で「NO」)、実吸気総補正量 $g_{total}$ には小さい方の始動判定後吸気総補正量 $g_B$ が設定される(S240)。こうして本処理を一旦終了する。

【0051】このことから、図7の時刻 $t_2 \sim t_3$ に示すごとくスロットル開度 $T_A$ は低い値から次第に大きくなり、スロットルバルブ20はアイドル時の開度に近づいて行く。以後、 $NE > \alpha$ (S170で「YES」)であり、 $g_B \leq g_C$ (S230で「NO」)である限り、実吸気総補正量 $g_{total}$ には始動判定後吸気総補正量 $g_B$ が設定され続ける(S240)。そして始動判定後吸気総補正量 $g_B$ の増加により、 $g_B > g_C$ (S230で「YES」)となると、実吸気総補正量 $g_{total}$ には始動完了後吸気総補正量 $g_C$ が設定される(S250)。こうして本処理を一旦終了する。

【0052】以後、この始動完了後吸気総補正量 $g_C$ が設定された実吸気総補正量 $g_{total}$ に基づいて、アイドル回転数制御が実行される。次に、図8のタイミングチャートに示すごとく、ステップS210の処理を繰り返す内に、エンジン10のフリクションの高さやオイルの粘性などが原因により、エンジン回転数 $NE$ が順調に上昇せず、クランキング中に $NE > \alpha$ となる前に、 $C_{inc} \geq C_s$ となった場合を考える。この場合は(S190で「NO」)、次に $X_{end}$ ＝「ON」が設定される(S200)。そしてクランキング中吸気総補正量 $g_A$ が始動完了後吸気総補正量 $g_C$ より大きいかが判定される(S205)。最初は $g_A \leq g_C$ であるので(S205で「NO」)、次に、実吸気総補正量 $g_{total}$ にクランキング中吸気総補正量 $g_A$ が設定される(S210)。こうして本処理を一旦終了する。

【0053】次の制御周期では、 $X_{end}$ ＝「ON」となっているので(S120で「NO」)、次式4に示すごとく、前回求められたクランキング中吸気総補正量 $g_A$ の漸増処理が行われる(S140)。

【0054】

【数4】

$$g_A \leftarrow g_A + \Delta g \quad \dots \quad [\text{式4}]$$

ここで漸増値 $\Delta g$ は制御周期毎の $g_A$ の増加量であり、

予め設定されている値である。

【0055】次に始動完了後吸気総補正量  $gC$  の算出 (S160) がなされる。そして、 $NE \leq \alpha$  であれば (S170で「NO」)、ステップS180、ステップS190 (「NO」)、ステップS200、ステップS205 (「NO」) と移行して、実吸気総補正量  $g_{total}$  にクランキング中吸気総補正量  $gA$  が設定される (S210)。こうして一旦本処理を終了する。

【0056】したがって、 $NE \leq \alpha$  (S170で「NO」) であり、 $gA \leq gC$  (S205で「NO」) である限りは、図8に時刻  $t12 \sim t13$  に示すごとく、次第に増加してゆくクランキング中吸気総補正量  $gA$  が実吸気総補正量  $g_{total}$  に設定されることになる。

【0057】そして、実吸気総補正量  $g_{total}$  の増加により、 $NE > \alpha$  となると (S170で「YES」)、待機時間終了フラグ  $Xend = \text{「ON」}$  であることから (S220で「NO」)、直ちに実吸気総補正量  $g_{total}$  には始動完了後吸気総補正量  $gC$  が設定されることになる (時刻  $t13$ : S250)。

【0058】以後、この始動完了後吸気総補正量  $gC$  が設定された実吸気総補正量  $g_{total}$  に基づいて、アイドル回転数制御が実行される。なお、 $NE > \alpha$  となる前に (S170で「NO」)、クランキング中吸気総補正量  $gA$  の増加により、 $gA > gC$  となると (S205で「YES」)、実吸気総補正量  $g_{total}$  には始動完了後吸気総補正量  $gC$  が設定されるようになる (S250)。

【0059】上述した実施の形態1の構成において、ECU48が実行するスロットル開度制御処理 (図2) 及びカウント処理 (図3) が始動時吸入空気量低減手段及び始動時吸入空気量増大手段としての処理に相当する。

【0060】以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．スロットル開度制御処理 (図2) のステップS130、S170、S210の処理により、エンジン始動時における吸入空気量を、始動完了後における吸入空気量よりも低減させている。このことにより、燃焼室14内での燃料の霧化を良好なものとして、始動時の燃焼性を向上させている。

【0061】そして、このように霧化を改善したにもかかわらず、始動操作開始から基準時間  $Cs$  が経過してもエンジン10が始動完了とならない場合には (S190で「NO」)、吸入空気量低減の代わりに吸入空気量の増大を実行している (S140、S210)。したがって長期の低空気量状態にて点火プラグ40が燃料で濡れたような場合においても、大量の空気を燃焼室14内に流入させることにより、燃料の過濃状態を脱却して点火プラグ40に付着している液体燃料を早期に蒸発させることができる。このことにより点火燃焼が安定して行われるようになり、エンジン回転数  $NE$  が安定して上昇す

るので、始動を完了することができる。

【0062】(ロ)．上述した吸入空気量の増大については、始動完了後における吸入空気量まで吸入空気量を増大している (S140、S205、S210、S250)。このことにより始動完了後の吸入空気量に円滑に引き継がせることができる。

【0063】(ハ)．更に吸入空気量の増大に際しては徐々に増大させている (S140)。これは気筒によっては、まだ低吸気圧内に噴射して霧化を良好にすべき場合があることから、一度に吸入空気量を増大させるよりは徐々に増大させた方がエンジン10全体としては、より安定した燃焼が得られるからである。

【0064】(ニ)．吸入空気量増大の途中であっても、エンジン始動が完了した場合には (S170で「YES」)、エンジン10の安定運転上、直ちに通常の吸入空気量に戻している (S220で「NO」、S250)。このようにすることで、始動完了後のエンジン10を迅速に安定した状態とすることができる。

【0065】(ホ)．吸入空気量の増大を実行するタイミングを得るための基準時間  $Cs$  は、エンジン温度 (ここでは冷却水温  $THW$ ) が高くなるに応じて短く設定されている。燃焼室14内の吸気圧を上げてエンジン温度が高い方が燃料の霧化の程度も高く点火プラグ40の濡れの程度も小さくなる。またエンジン10のフリクションやオイルの粘性も小さくなる。このため、エンジン温度が高ければ早期にスロットルバルブ20の開度を大きくしてポンピングロスを小さくし、エンジン10の回転上昇を早める。このことにより迅速に安定した始動完了を行うことができる。

【0066】(ヘ)．クランキング中吸気総補正量  $gA$  による吸入空気量を低減させる程度についても、エンジン温度が高いほど低減の程度を小さくしている。エンジン温度が高いほど燃料霧化の程度は良くなり、エンジン10のフリクションやオイルの粘性も小さくなるので、エンジン温度が高いほど吸入空気量の低減程度を小さくすることにより、早期に安定した始動完了を行うことができる。特に、高温始動時には吸入空気量低減を実行しないことにより、迅速に始動完了が可能となっている。

【0067】〔実施の形態2〕本実施の形態2は、図2に示したスロットル開度制御処理の代わりに図9に示すスロットル開度制御処理を、同様なタイミングで繰り返し実行する点が、前記実施の形態1とは異なる。これ以外の構成は特に説明しない限り前記実施の形態1の構成と同じである。

【0068】また、スロットル開度制御処理 (図9) においては、前記実施の形態1におけるステップS140、S205に相当する処理が存在しない。その他の処理はステップ番号が「300」増加しているのみで内容は前記実施の形態1と同じである。ただしステップS500 (実施の形態1ではステップS200に相当) の次

にはステップS550が実行される。

【0069】このように構成されていることにより、始動完了しない状態(S470で「NO」)で基準時間Csが経過した場合(S490で「NO」)での動作が前記実施の形態1とは異なる。すなわち、 $Cinc \geq Cs$ となると(S490で「NO」)、待機時間終了フラグXendに「ON」を設定した後(S500)、直ちに実吸気総補正量gtotalに始動完了後吸気総補正量gCを設定する(S550)。

【0070】これを図10のタイミングチャートに示すと、時刻t21～t22までは、実吸気総補正量gtotalにクランキング中吸気総補正量gAが設定されているが、 $Cinc \geq Cs$ となった時刻t22ではクランキング中吸気総補正量gAから始動完了後吸気総補正量gCに直ちに吸入空気量が增大されることになる。

【0071】そして、次の制御周期では、Xend=「ON」であることから(S420で「NO」)、直ちに始動完了後吸気総補正量gCを算出する(S460)。そして $NE \leq \alpha$ であれば(S470で「NO」)、ステップS480、S490(「NO」)、S500を経て、実吸気総補正量gtotalには始動完了後吸気総補正量gCが設定される(S550)。また、 $NE > \alpha$ となった場合も(S470で「YES」)、Xend=「ON」であることから(S520で「NO」)、実吸気総補正量gtotalには始動完了後吸気総補正量gCが設定される(S550)。

【0072】上述した実施の形態2の構成において、ECU48が実行するスロットル開度制御処理(図9)及びカウント処理(図3)が始動時吸入空気量低減手段及び始動時吸入空気量増大手段としての処理に相当する。

【0073】以上説明した本実施の形態2によれば、以下の効果が得られる。

(イ)、前記実施の形態1の(イ)、(ロ)、(ホ)、(ヘ)と同様な効果を生じる。

【0074】[その他の実施の形態]

・前記各実施の形態において、スロットルバルブ20を調整することで吸入空気量を調整していたが、これ以外に吸気バルブ16のリフト量調整機構を設けて、吸気バルブ16のリフト量調整により燃焼室14に吸入される空気量を調整しても良い。

【0075】・前記カウント処理(図3)は一定の時間周期で割り込み実行されていたが、一定のエンジン回転やクランク角毎に割り込み実行しても良い。このようにカウンタCincの増加をエンジン回転に依存させた場合には、Csは基準積算回転数を表すことになる。したがってスタータ・オンから、基準積算回転数のエンジン回転が行われてもエンジン10が始動完了とならない場

合には吸入空気量の増大を実行することになる。

【0076】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の実施の形態には、次のような形態を含むものであることを付記しておく。

(1)、請求項1～11のいずれか記載の構成において、吸入空気量の調整はスロットルバルブの開度調整により行われることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【0077】(2)、請求項1～11のいずれか記載の構成において、吸入空気量の調整は吸気バルブのリフト量調整により行われることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の吸入空気量制御装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1としての筒内噴射式内燃機関及びその制御系統の概略構成を表すブロック図。

【図2】実施の形態1のECUが実行するスロットル開度制御処理のフローチャート。

【図3】同じくカウント処理のフローチャート。

【図4】上記実施の形態1の処理で用いられるクランキング中吸気補正量gcnkAを求めるマップの構成説明図。

【図5】同じく始動判定後吸気補正量gcnkBを求めるマップの構成説明図。

【図6】同じく基準時間Csを求めるマップの構成説明図。

【図7】実施の形態1におけるスロットルバルブの作動制御の一例を示すタイミングチャート。

【図8】実施の形態1におけるスロットルバルブの作動制御の一例を示すタイミングチャート。

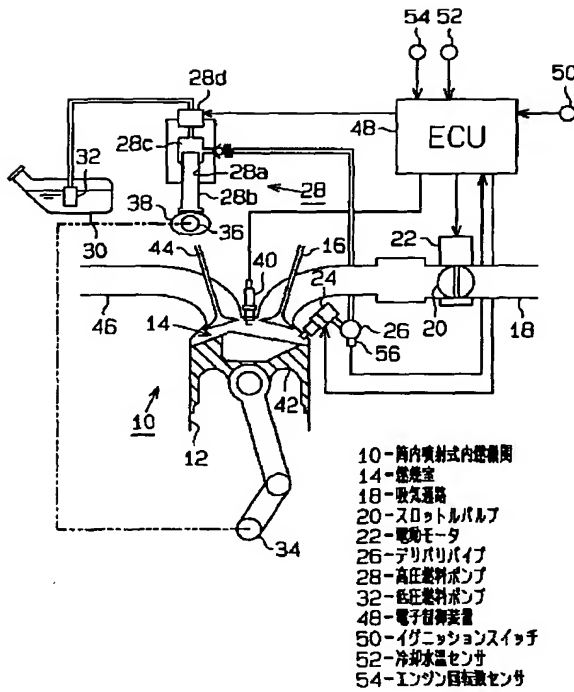
【図9】実施の形態2のECUが実行するスロットル開度制御処理のフローチャート。

【図10】実施の形態2におけるスロットルバルブの作動制御の一例を示すタイミングチャート。

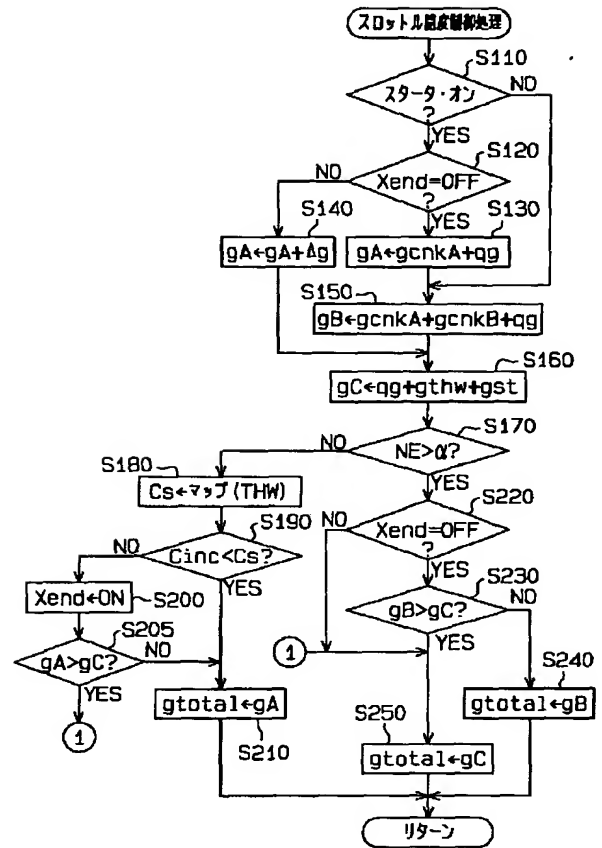
【符号の説明】

10…エンジン、12…気筒、14…燃焼室、16…吸気バルブ、18…吸気通路、20…スロットルバルブ、22…電動モータ、24…インジェクタ、26…デリバリパイプ、28…高圧燃料ポンプ、28a…シリンダ、28b…プランジャ、28c…加圧室、28d…燃料調量用バルブ、30…燃料タンク、32…低圧燃料ポンプ、34…クランクシャフト、36…カムシャフト、38…ポンプ用カム、40…点火プラグ、42…ピストン、44…排気バルブ、46…排気通路、48…ECU、50…イグニッションスイッチ、52…冷却水温センサ、54…エンジン回転数センサ、56…燃圧センサ。

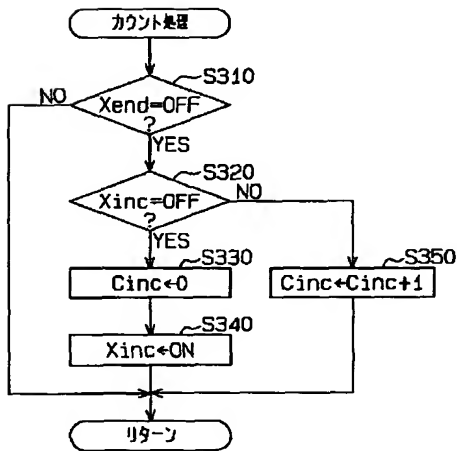
【図1】



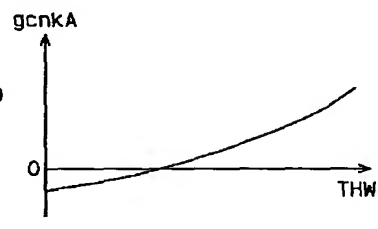
【図2】



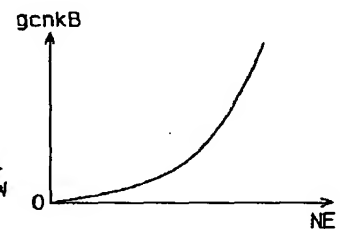
【図3】



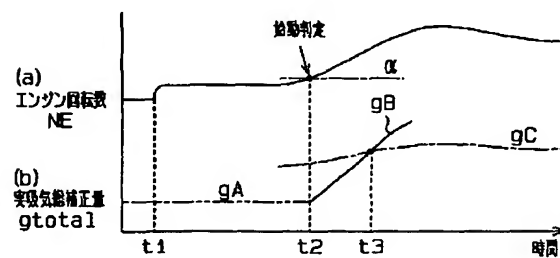
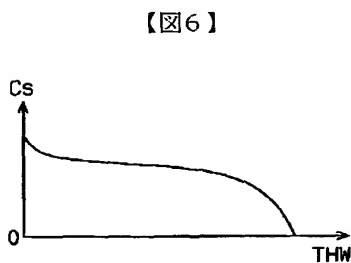
【図4】



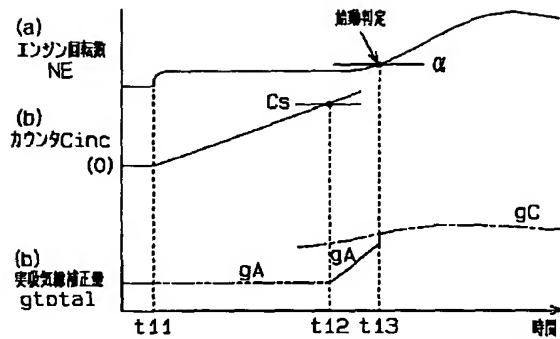
【図5】



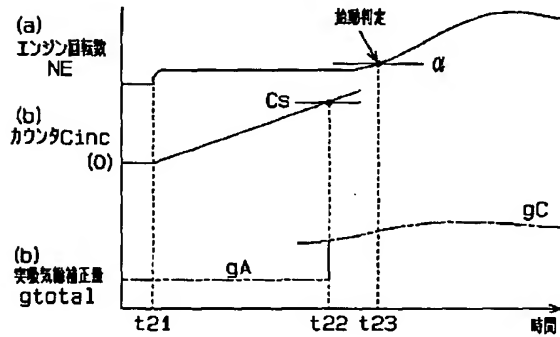
【図7】



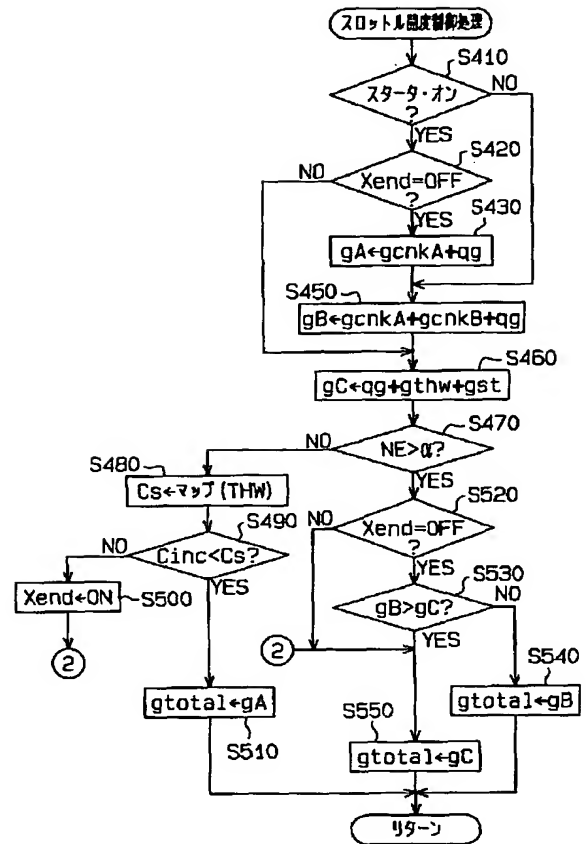
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
F 02 D 43/00識別記号  
3 0 1F I  
F 02 D 43/00ページ (参考)  
3 0 1 H  
3 0 1 Z

Fターム(参考) 3G065 AA04 CA00 DA05 DA06 EA01  
FA02 FA03 FA13 GA00 GA09  
GA10 KA02  
3G084 AA03 BA05 BA23 CA01 DA09  
EA04 EA11 EB08 EB17 EC01  
EC03 FA00 FA20 FA33 FA36  
3G092 AA01 AA06 AA11 AA13 BA01  
BA09 BB01 BB06 DA01 DA03  
DC03 DE03S DE05S DG08  
EA01 EA02 EA17 EA21 EA22  
EB05 EC05 EC09 FA31 GA01  
HB03Z HE01Z HE08Z HF19Z  
3G301 HA01 HA04 HA06 HA19 JA03  
KA01 LA00 LA03 LA07 LB04  
LB06 LC03 MA11 MA18 NA06  
NA08 NB14 NC02 ND21 NE02  
NE03 NE06 NE23 PB08Z  
PE01Z PE08Z PF16Z